

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

第 2 9 7 0 9 5 0 号

(45) 発行日 平成11年(1999)11月2日

(24) 登録日 平成11年(1999)8月27日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16 C

B 6 0 R 21/00 6 2 0

B 6 0 R 21/00 6 2 0 B

G 0 1 S 17/93

G 0 1 S 17/88 A

請求項の数 2

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-85332

(22) 出願日 平成3年(1991)4月17日

(65) 公開番号 特開平4-318700

(43) 公開日 平成4年(1992)11月10日

審査請求日 平成7年(1995)4月12日

審判番号 平10-7019

審判請求日 平成10年(1998)5月7日

(73) 特許権者 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72) 発明者 上村 正継

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

合議体

審判長 平井 良憲

審判官 森 雅之

審判官 渡邊 聡

(56) 参考文献 特開 昭62-197704 (J P, A)

特開 平2-198379 (J P, A)

特公 平1-46836 (J P, B2)

(54) 【発明の名称】 閾値決定手段を有する車間距離測定装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 障害物に向けて送信信号を送信し、障害物によって反射される受信信号を受信するレーダと、前記レーダから送信される送信信号と前記レーダによって受信される受信信号とのビート信号を生成するビート信号生成手段と、

前記ビート信号生成手段によって生成されたビート信号を周波数分析する周波数分析手段と、閾値を決定するための閾値決定手段と、

前記周波数分析手段で周波数分析されたビート信号のうち、前記閾値決定手段で決定された閾値より低い信号を除去する処理手段と、を具備する閾値決定手段を有する車間距離測定装置において、前記閾値決定手段が、前記周波数分析手段で周波数分析されたビート信号の全

2

パワーを演算するパワー演算手段と、

前記パワー演算手段で演算された全パワーから 1 以上のピーク値を検出するピーク値検出手段と、

前記ピーク値検出手段により検出された 1 以上のピーク値の線型結合値を算出する線型結合値算出手段と、

前記線型結合値算出手段により算出された線型結合値と予め設定された絶対最小閾値との大きい方の値を選択する選択手段と、から構成される閾値決定手段を有する車間距離測定装置。

【請求項 2】 障害物に向けて送信信号を送信し、障害物によって反射される受信信号を受信するレーダと、前記レーダから送信される送信信号と前記レーダによって受信される受信信号とのビート信号を生成するビート信号生成手段と、

前記ビート信号生成手段によって生成されたビート信号

を周波数分析する周波数分析手段と、
 閾値を決定するための閾値決定手段と、
 前記周波数分析手段で周波数分析されたビート信号のうち、前記閾値決定手段で決定された閾値より低い信号を除去する処理手段と、を具備する閾値決定手段を有する車間距離測定装置において、
 前記閾値決定手段が、
 前記周波数分析手段で周波数分析されたビート信号の全パワーを演算するパワー演算手段と、
 前記パワー演算手段で演算された全パワーから 1 以上のピーク値を検出するピーク値検出手段と、
 前記ピーク値検出手段により検出された 1 以上のピーク値を所定のフィルタリング特性でフィルタリング処理するフィルタリング手段と、
 前記フィルタリング手段によりフィルタリング処理されたピーク値と予め設定された絶対最小閾値との大きい方の値を選択する選択手段と、から構成される閾値決定手段を有する車間距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレーダを使用した車間距離測定装置に係わり、特に有意な周波数成分とノイズ成分とを分離するための閾値決定手段を有する車間距離測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車の追突事故を防止するために、前方の所定範囲内に障害物が存在するか否かを検出する車間距離測定装置が実用化されている。このような車間距離測定装置においては、センサとしては一般にいわゆる FM-CW 型レーダが使用されることが多く、この出力信号をデジタル化したのち周波数分析しピーク周波数を同定することによって車間距離を求めている。

【0003】即ち FM-CW 型レーダでは障害物に向けて発射する信号を周波数 f を中心として $\pm \Delta F/2$ の範囲で FM 変調し、送信信号と受信信号とのいわゆるビートをとる。そして送信信号の周波数が増加している間のビート周波数 f_{up} と送信信号の周波数が減少している間のビート周波数 f_{down} を同定することによって車間距離と相対速度とを求める。

【0004】従ってレーダの出力信号を処理して 2 つのビート周波数 f_{up} および f_{down} を同定することが必要となり、このためにレーダ出力信号を周波数分析することが一般的である。図 8 は従来から使用されている車間距離測定装置の構成図であって、レーダ 401 の出力信号は折り返しノイズを除去するためのローパスフィルタ 4011 を通過したのちアナログ・デジタル変換器 4012 でデジタル化する。

【0005】デジタル化された信号はデジタル・シグナル・プロセッサ (DSP) 402 で周波数分析されたのちコントローラ 850 に送られる。コントローラ 8

50 は閾値設定部 8501、ピーク周波数同定部 8502 および警報部 8503 から構成され、閾値設定部 8501 で設定された閾値以下の周波数成分を除去したのちピーク周波数同定部 8502 でピーク周波数を同定して車間距離を求め、所定距離以下になったことが検出された場合に警報部 8503 で警報を発生する。

【0006】即ち精度のよい測定結果を得るためには所定のパワー以下の周波数成分はノイズとして除去する必要があるが、従来はノイズとピーク周波数とを分離するために閾値設定部 8501 で設定される閾値は固定値であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このような周波数分析を行う車間距離測定装置においては、1 度の測定で複数台の車両との間の車間距離を測定することが可能であるが、車間距離が長くなるとビート周波数のピークが小さくなる。従って閾値を固定とした場合には、長い車間距離の測定ができなくなるばかりでなく、例えばセンサであるレーザーの送信素子あるいは受信素子を変更した場合のように急激に信号レベルが変動した時には閾値を再調整する必要がある。

【0008】本発明はかかる問題点に鑑みなされたものであって、測定結果に応じて適切な閾値を決定する手段を有する車間距離測定装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】図 1 は第 1 の発明に係る車間距離測定装置の基本構成図であって、車間距離測定用のレーダ 101 と、レーダ 101 の出力信号を周波数分析する周波数分析手段 102 と、周波数分析手段 102 の分析結果に基づいてレーダ 101 の出力信号のパワーを演算するパワー演算手段 103 と、パワー演算手段 103 の演算結果に基づいて平均パワーを演算する平均パワー演算手段 104 と、平均パワー演算手段 104 の演算結果を所定倍した値と予め設定された絶対最小閾値との大きい方の値を選択して波形処理のための閾値を決定する閾値決定手段 105 と、閾値決定手段 105 により決定された閾値によってパワー演算手段 103 の演算結果からノイズを除去する処理手段 106 と、から構成される。

【0010】また図 2 は第 2 の発明に係る車間距離測定装置の基本構成図であって、平均パワー演算手段 104 の代わりにパワー演算手段 103 の演算結果からパワーの少なくとも 1 つのピーク値を検出するピーク値検出手段 107 が設けられ、ピーク値検出手段 107 で検出された少なくとも 1 つのピーク値を線型結合した値と予め設定された絶対最小閾値との大きい方の値を選択して波形処理のための閾値が決定される。

【0011】さらに図 3 は第 3 の発明に係る車間距離測定装置の基本構成図であって、第 2 の発明にさらにピー

ク値検出手段107で検出された少なくとも1つのピーク値を所定のフィルタリング特性でフィルタリング処理するフィルタリング手段108が設けられ、フィルタリング手段108の演算結果と予め設定された絶対最小閾値との大きい方の値を選択して波形処理のための閾値が決定される。

【0012】

【作用】第1の発明にあってはレーダの出力信号のパワーの平均値に基づいて閾値が決定され、第2の発明にあってはレーダの出力信号のパワーの少なくとも1つのピーク値のパワーに基づいて閾値が決定され、第3の発明にあってはレーダの出力信号のパワーの少なくとも1つのピーク値をフィルタリング処理した結果に基づいて閾値が決定される。

【0013】

【実施例】図4は本発明に係る車間距離測定装置の実施例の構成図であって、センサとしていわゆるFM-CW型レーダ401を使用する。レーダ401から発射されたミリ波あるいはレーザー光は障害物410によって反射されレーダ401で受信される。

【0014】前述のように発射される信号は周波数 f を中心として $\pm \Delta F/2$ の範囲で変調されているため発射される信号と受信される信号の間にビートが発生する。このビート周波数信号がレーダ401の出力信号となり、折り返しノイズを除去するためのローパスフィルタ4011を介してアナログ・デジタル変換器4012に供給される。

【0015】ビート周波数信号はアナログ・デジタル変換器4012でデジタル化されデジタル・シグナ

ル・プロセッサ(DSP)402に入力される。DSP402内で高速フーリエ変換(FFT)アルゴリズムによりビート周波数信号に対して周波数分析が行われる。即ちN分割に離散化された信号 $f(nT)$ ($0 \leq n < N$)の離散フーリエ変換により演算される周波数 $(2\pi k)/N$ ($0 \leq k < N$)の成分 $F(k)$ は次式で表される。

【0016】

【数1】

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(nT) w^{nk} \\ = \sum_{n=0}^{N-1} f(nT) \left[\cos \left\{ \frac{2\pi nk}{N} \right\} - j \sin \left\{ \frac{2\pi nk}{N} \right\} \right] \\ = \text{Re}(k) + j \text{Im}(k) \quad (1)$$

ただし $\text{Re}(k)$ は実数部

$\text{Im}(k)$ は虚数部

$$w = \exp \left\{ j \frac{2\pi}{N} \right\}$$

j は虚数単位

【0017】第1の発明においては、このDSP402による周波数分析結果はコントローラ450に送られ信号 $f(nT)$ の全パワー P_{total} が次式によって演算される。

【0018】

【数2】

$$P_{\text{total}} = \sqrt{\sum_{k=0}^{N-1} \{ \text{Re}(k)^2 + \text{Im}(k)^2 \}} \quad (2)$$

【0019】次に平均パワー P_{av} が次式によって演算される。

$$P_{\text{av}} = P_{\text{total}} / N \quad (3)$$

そして平均パワー P_{av} に予め設定された所定の係数 α が※乗算され、この値が閾値 L として決定される。

$$L = \alpha \cdot P_{\text{av}} \quad (4)$$

なお実際には閾値が極端に小さな値となることを防止するために、予め最小閾値 L_{min} を設定し、(4)式で算出される閾値が最小閾値 L_{min} となるときには最小閾値 L_{min} を閾値として採用する。

【0020】周波数分析結果においてパワーが閾値 L 以下の成分を除去してその後の処理を実行する。図5はDSP402における周波数分析結果の1例であって、横軸に周波数、縦軸にパワーをとる。第2の発明において

は、周波数分析結果からパワーの大きい周波数成分 $P_{\text{peak}}(j)$ を1以上である J 個選択し、 J 個の平均パワーを用いて閾値が決定される。

【0021】即ち図5において○印を付した周波数成分が採用され、平均パワーは(4)式の代わりに(5)式が採用される。

【0022】

【数3】

$$P_{av} = \frac{1}{J} \sqrt{\sum_{j=1}^J \{ \operatorname{Re}(j)^2 + \operatorname{Im}(j)^2 \}} \quad (5)$$

【0023】なお1回の周波数分析結果でなく、2回以上の複数回の周波数分析結果からそれぞれJ個選択し、それらを平均するようにしてもよい。第3の発明においては、各回の周波数分析結果の最大ピーク値 P_{max} を順次所定のフィルタリング特性を有するフィルタを通過させ、その出力を閾値とする。フィルタリング特性は適切な閾値を決定できるものであれば、特に規定はされない。

【0024】図6は7次のFIR(Finite Impulse Response)型で構成したフィルタの1例であって、最新の周波数分析結果を含めて過去8回の周波数分析結果の最大ピーク値 $P_{max}(h)$ ($0 \leq h < 8$)の平均値が閾値として算出される。即ち7個の時間遅延要素6011から6017が直列に接続され、入力信号および各時間遅延要素6011から6017のそれぞれの出力が係数器6021から6028を介して加算器603で加算され出力となる。

【0025】時間遅延要素および係数器の数を調節することによって演算に使用される最大ピーク値 P_{max} の数を変更することができる。図7は1次のIIR(Infinite Impulse Response)型で構成したフィルタの1例であって、3個の係数器7011から7013、時間遅延要素702および加算器703から構成されピークホルダとして動作し、順次入力される周波数分析結果の最大ピーク値 P_{max} のさらに最大値が選択され、この係数倍が閾値として決定される。

【0026】またIIR型フィルタにおいても2次以上の

次数を有するものが使用できることは言うまでもない。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、レーダの出力信号から車間距離に関する情報を抽出する際にもノイズを適切に除去することができ、測定精度を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は第1の発明の基本構成図である。

【図2】図2は第2の発明の基本構成図である。

【図3】図3は第3の発明の基本構成図である。

【図4】図4は本発明の実施例のハードウェア構成図である。

【図5】図5は周波数分析結果の1例を示すグラフである。

【図6】図6はFIR型フィルタの構成図である。

【図7】図7はIIR型フィルタの構成図である。

【図8】図8は従来の車間距離測定装置の構成図である。

【符号の説明】

101…レーダ

102…周波数分析手段

103…パワー演算手段

104…平均パワー演算手段

105…閾値決定手段

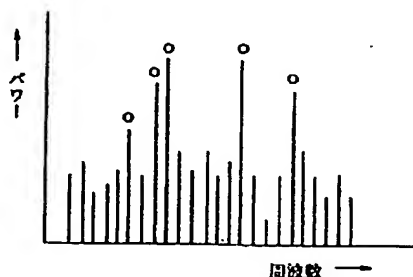
106…処理手段

107…ピーク値検出手段

108…フィルタリング手段

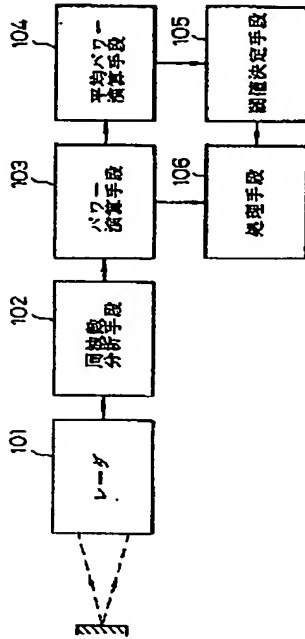
【図5】

周波数分解結果



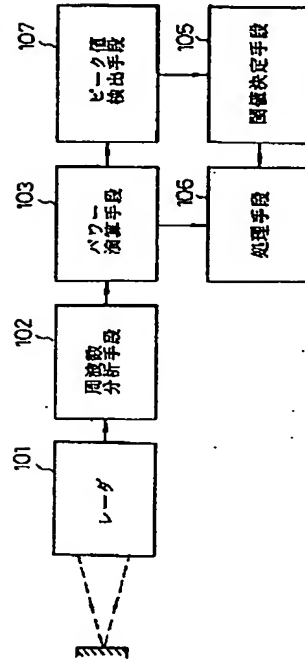
【図1】

図1の発明の基本構成図



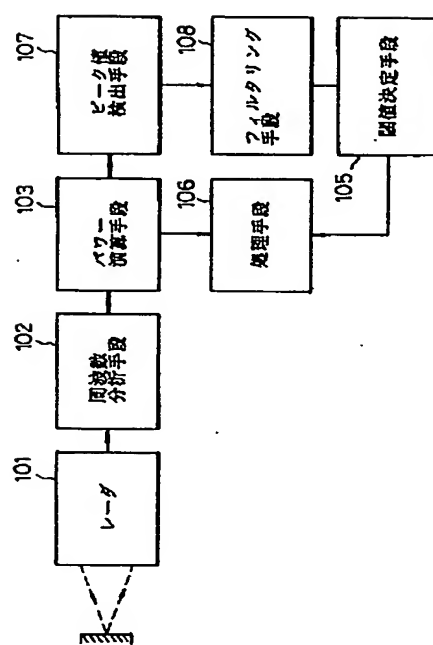
【図2】

図2の発明の基本構成図



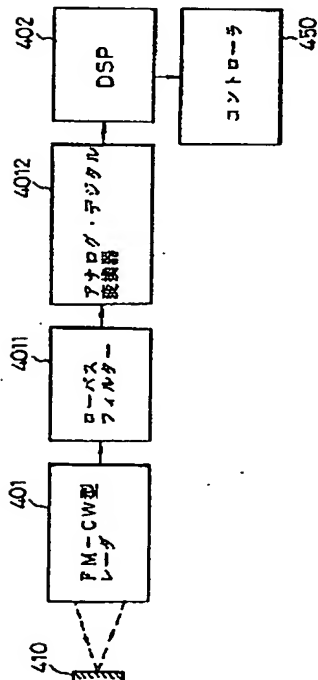
【図3】

図3の発明の基本構成図



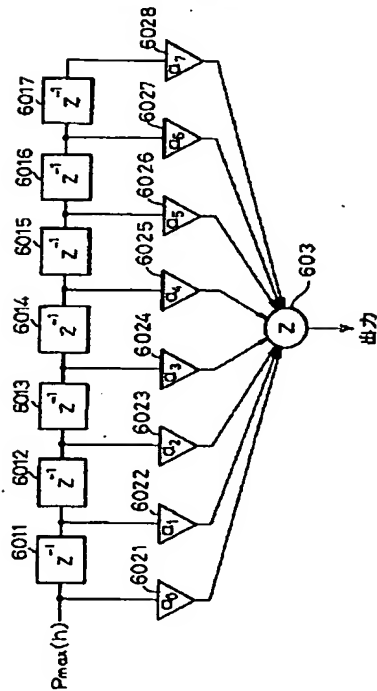
【図4】

実施例のハードウェア構成図



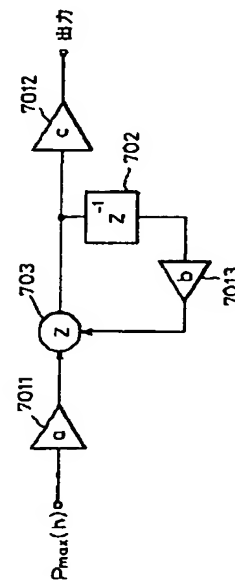
【図6】

FIR型フィルタ構成図



【図7】

IIR型フィルタ構成図



従来の車両距離測定装置構成図

